

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-234293  
(43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/205  
C23C 16/507  
H01L 21/3065  
H05H 1/46

(21)Application number : 2002-029116

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 06.02.2002

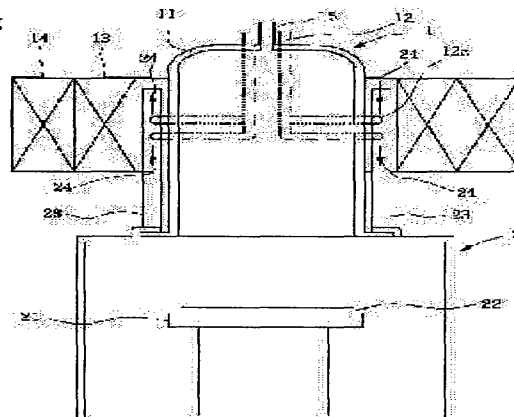
(72)Inventor : FURUKAWA MASAKAZU

## (54) HELICON WAVE PLASMA DEVICE AND HELICON WAVE PLASMA PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a linear relation between throwing power and plasma density.

**SOLUTION:** A helicon wave plasma device comprises a belljar 11 constituting a plasma generating chamber, an induction coupled coil-like antenna 12 having a coil-like part 12a arranged around the belljar 11 and being applied with a radio frequency wave under a DC field, and means for making variable the distance from the position of the coil-like part 12a of the antenna 12 to the end of the belljar 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

## 識別記号

## F I

## テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/205  
C 2 3 C 16/507  
H 0 1 L 21/3065  
H 0 5 H 1/46

H 0 1 L 21/205  
C 2 3 C 16/507  
H 0 5 H 1/46  
H 0 1 L 21/302

4 K 0 3 0  
5 F 0 0 4  
L 5 F 0 4 5  
B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願2002-29116 (P2002-29116)

(22) 出願日 平成14年2月6日 (2002.2.6)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 古川 雅一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100086287

弁理士 伊東 哲也

Fターム(参考) 4K030 FA01 JA03 KA08 KA30

5F004 AA01 BA20 BB07 BD04

5F045 AA08 AB07 BB16 EH02 EH07

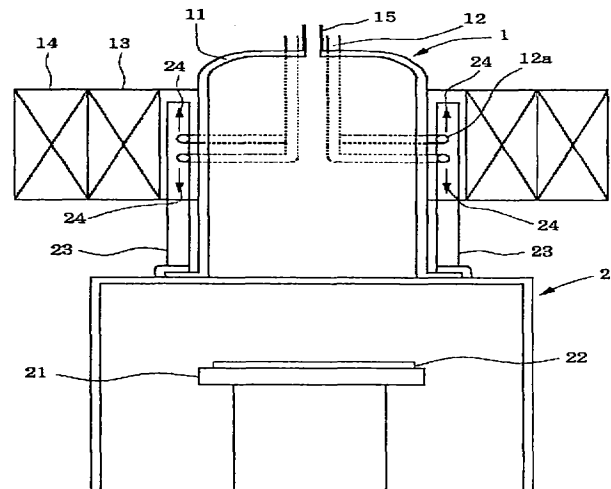
EH11 EH16

(54) 【発明の名称】 ヘリコン波プラズマ装置及びヘリコン波プラズマ処理方法

## (57) 【要約】

【課題】 投入電力とプラズマ密度との線形の実現する。

【解決手段】 プラズマが生成されるプラズマ生成室を構成するベルジャー11と、該ベルジャー11の周囲にコイル状部分12aが配置され直流磁場のもとでラジオ周波数の高周波が印加された誘導結合コイル状アンテナ12とを有し、アンテナ12のコイル状部分12aの位置からベルジャー11の端部までの距離が可変となる位置可変手段を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室の周囲にコイル状部分が配置され直流磁場のもとでラジオ周波数の高周波が印加された誘導結合コイル状アンテナとを有し、前記コイル状部分の位置から前記プラズマ生成室の端部位置までの距離を可変とする位置可変手段を備えることを特徴とするヘリコン波プラズマ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の位置可変手段は、前記アンテナのコイル状部分の位置を手動で変えるものであることによって実現することを特徴とするプラズマ装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の位置可変手段は、予め各直流磁場に対して投入電力と、プラズマ密度の関係が線形となる前記アンテナのコイル状部分の位置を求めておき、プロセス条件、直流磁場の強度、及び投入電力が選択された場合に、自動的に該コイル状部分の位置を設定できるものであることを特徴とするプラズマ装置。

【請求項 4】 プラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室の周囲にコイル状部分が配置され直流磁場のもとでラジオ周波数の高周波が印加された誘導結合コイル状アンテナとを用い、前記プラズマ生成室へプロセスガスを導入する工程と、該プラズマ生成室内でプラズマを生成させる工程と、生成した該プラズマを処理部へ運び被処理物进行处理する工程とを有し、前記コイル状部分の位置から前記プラズマ生成室の端部位置までの距離が可変であることを特徴とするヘリコン波プラズマ処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ウエハ等の円盤状の被処理基板に成膜を行ったり、エッチングするためのヘリコン波（ホイッスラー波）プラズマ装置及びヘリコン波プラズマ処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ヘリコン波（ホイッスラー波）プラズマはマイクロ波プラズマのような、カットオフがなくイオン密度が高いが、電子温度も高く、このためシリコン半導体デバイス製造における異方性エッチングには適しておらず、応用分野がない装置になっていたが、イオン密度が高いということが見直されて、異方性エッチング以外のシリコン半導体製造に使われようとしている。

【0003】 その一例がチップ・スケール・パッケージ（CSP）前のダイヤモンド・ライク・カーボン（DLC）膜の成膜であり、ヘリコン波で励起されたイオンによるミキシング効果で耐水性の良い膜が得られ、装置としての評価は上がってきている。

【0004】 しかし、ヘリコン波においては定在波による密度ジャンプと呼ばれる、投入電力と電子密度（イオン密度と同数）の関係が直線ではなく不連続になること

が良く知られており、これにより微妙なプロセス条件を定める際には調整が出来ない場合がある。

【0005】 この装置における密度ジャンプは、マイクロ波装置における表面波プラズマに起因するモードジャンプほど電子密度と投入電力の間の直線性は悪くないが、プロセス用の装置として用いる場合には障害となる場合が出てくる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 最近の研究によって、この密度ジャンプはプラズマ密度と装置構造によって発生することが知られている。

【0007】 図 2 には解決しようとしている、定在波の発生している石英製ベルジャー 11 のプラズマ発生部分のみを示しており、ヘリコン波を発生する直流磁場  $B_0$  31 が外部磁石から作られるが、図が複雑になるので省略してある。

【0008】 プラズマ発生用のコイル 12 がベルジャー 11 の周囲に巻かれており、高周波電力が誘導結合によってベルジャー 11 内に投入され、ここでは図示されていないコイルのもしくは永久磁石によって誘起されている直流磁場  $B_0$  31 によってヘリコン波が発生し高密度プラズマが生成される。

【0009】 この際、ベルジャー 11 の端で反射し、コイル間で定在波 32（図では 1 波長の長さの例を示す）が発生し、その波長で拘束されるプラズマ密度が定まる。

【0010】 誘導結合コイル状アンテナ 12 とベルジャー 11 トップの距離を整数  $n$  で割って得られるのが定在波 32 の半波長であり、この波長によって密度が決まる。図 3 には電子密度と投入電力の関係において  $n=2$ （図 2 に示した定在波 32）と  $n=3$  の一例を示してあり、定在波 32 の発生により投入電力の増加と減少方向により電子密度がヒステリシス（点線部分が理想状態）を持ち、直線性が損なわれる。

【0011】 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、投入電力とプラズマ密度との線形の実現することができるヘリコン波プラズマ装置及びヘリコン波プラズマ処理方法を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明に係るヘリコン（ホイッスラー）波プラズマ装置は、プラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室の周囲にコイル状部分が配置され直流磁場のもとでラジオ周波数の高周波が印加された誘導結合コイル状アンテナとを有し、前記アンテナのコイル状部分の位置から前記プラズマ生成室の端部位置までの距離を可変とする位置可変手段を備えることを特徴とする。前記位置可変手段は、前記コイル状部分の位置を手動で変えるものであってもよく、該位置可変手段は、予め各直流磁場に対して投入電力と、プラズマ密度の関係が線形

となる前記アンテナのコイル状部分の位置を求めておき、プロセス条件、直流磁場の強度、及び投入電力が選択された場合に、自動的に該コイル状部分の位置を設定できるものであってもよい。

【0013】また、本発明に係るヘリコン波プラズマ処理方法は、プラズマが生成されるプラズマ生成室と、該プラズマ生成室の周囲にコイル状部分が配置され直流磁場のもとでラジオ周波数の高周波が印加された誘導結合コイル状アンテナとを用い、前記プラズマ生成室へプロセスガスを導入する工程と、該プラズマ生成室内でプラズマを生成させる工程と、生成した該プラズマを処理部へ運び被処理物を処理する工程とを有し、前記コイル状部分の位置から前記プラズマ生成室の端部位置までの距離が可変であることを特徴とする。この場合も、該コイル状部分の位置は、手動で変えてもよいし、自動的に変えてもよい。

【0014】本発明の要旨は、定在波の波長を決めるプラズマ密度と投入電力の関係が直線になるような構造にしたことである。

【0015】定在波の波長がプラズマ密度によってきまる位相速度の波長であるならば、プラズマ密度は定在波の拘束を受けない。これは定在波の半波長の整数倍した長さ、定在波の生じるベルジャー 11 端とマイクロ波電力投入用コイル状アンテナ 12 間の距離に等しいことになり、全てのプラズマ密度でこの関係が成り立っていれば良いことになる。

【0016】この関係を実現するには、プラズマ密度の変化に従って、ベルジャー 11 端とコイル状アンテナ 12 を変えればよく、ベルジャー端の変更は困難であるのでコイル状アンテナ 12 の位置を変更できるような構造にすればよい。

【0017】

【発明の実施の形態】図 1 にはヘリコン波プラズマ処理装置の実施形態の一例を示している。図において、本発明に係るこのプラズマ処理装置は、プラズマ生成部 1 と膜堆積やエッチングの処理の行われる処理部 2 のみを示しているが、図を簡単にするため排気部は省略してある。

【0018】プラズマ生成部 1 は、プラズマ生成室を構成するベルジャー 11、このベルジャー 11 の外周に配置した誘導結合コイル状アンテナ 12、及びその外側の内部コイル 13 と外部コイル 14 等を有する。ベルジャー 11 には、ガス導入口 15 があり、誘導結合コイル状アンテナ 12 のコイル状部分 12a は支持機構 23 によって支持されている。

【0019】処理部 2 は、内部にステージ 21 を備え、このステージ 21 上に基板等の被処理物 22 が載置される。

【0020】プラズマは、図 2 で説明したように、誘導結合のコイル状アンテナ 12 によって石英製のベルジャ

ー 11 内で生成されるが、この例では、誘導結合による面積を稼ぐために 2 巻きにしてある。アンテナ 12 のコイル状部分 12a の巻き数は任意設定可能であり、さらにコイル状部分 12a の巻き方はこの例では平行巻きであるが、螺旋巻きでも良い。

【0021】ヘリコン波を発生させる直流磁場  $B_0$  31 (ただし、図 1 では省略) は、応用するプロセスが変わった際や、プロセス条件の微調整が可能のように、内部コイル 13 と外部コイル 14 を用いて形成している。プロセスが定まっている場合には、永久磁石が用いられても良い。

【0022】ガス導入口 15 より導入されたプロセスガスは、ベルジャー 11 内で解離された後、拡散でステージ 21 上の被処理物 22 まで運ばれ、処理がなされる。この最適処理条件を求める際に、投入電力とプラズマ密度の関係に直線性が求められる。

【0023】プラズマ密度と定在波は直接的に関係しており、プラズマ密度が変化した際に定在波 32 の波長 (ベルジャー 11 トップから誘導結合コイル状アンテナ 12 のコイル状部分 12a までの距離 D に相当) が変化するれば、直線性が得られることになる。

【0024】この例では、上記距離 D の変化は、処理部 2 の上部に設置された支持機構 23 に、誘導結合コイル状アンテナ 12 のコイル状部分 12a の位置を可変とするスライド機能を設け、プラズマ密度と投入電力の関連が直線になるように矢印 24 の方向にコイル状部分 12a の位置を任意に手動で移動させることによって実現できる。周囲 4 点で支持しているが、ここでは図示していない磁場コイルの機構を利用してもよく、支持方法においては特に限定はしない。

【0025】さらにすべてに投入電力の領域においてプラズマ密度と線形になる距離を求めておき、モータドライブ等を用いて自動で距離 D を変更してもよい。この際、投入電力とプラズマ密度との関係が線形になるように自動で距離 D を変更することは、直流磁場  $B_0$  31 の実用的な範囲での変化に対し、関係するデータを収集することによって可能になる。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、投入電力とプラズマ密度の関係が線形になり、プラズマプロセス処理装置に求められる条件を満足できることになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明におけるプラズマ生成部及び処理部の実施形態の一例を説明するための断面図である。

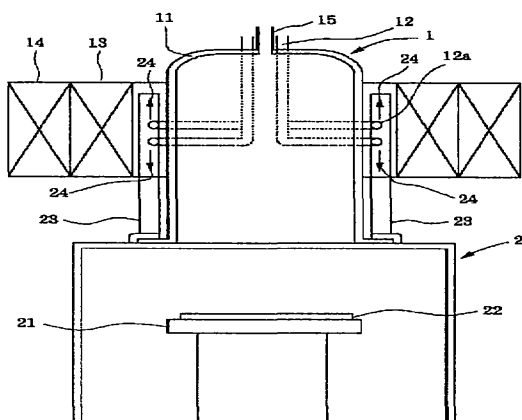
【図 2】 本発明において定在波の発生点を説明するためのベルジャー部分のみを表した図である。

【図 3】 本発明において定在波が発生することによって電子密度と投入電力の直線性が失われる例を示す図である。

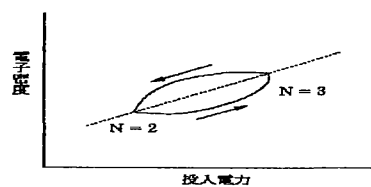
【符号の説明】

1：プラズマ生成部、2：処理部、11：ベルジャー（プラズマ生成室を構成する）、12：誘導結合コイル状アンテナ、12a：アンテナのコイル状部分、13：内部コイル、14：外部コイル、15：ガス導入口、

【図1】



【図3】



2：処理部、21：ステージ、22：被処理物、23：誘導結合コイル状アンテナの支持機構（位置可変手段を構成する）、24：移動方向を示す矢印、31：直流磁場  $B_0$ 、32：定在波  $n=2$ 。

【図2】

